

Komponente einer Strömungsmaschine mit  
Inspektionsöffnung

**Technisches Anwendungsgebiet**

Die vorliegende Erfindung betrifft eine Komponente  
5 einer Strömungsmaschine, insbesondere einer Gasturbine,  
die Kühlkanäle für ein Kühlmedium sowie zumindest eine  
Inspektionsöffnung aufweist, durch die hindurch eine  
Inspektion des Inneren der Komponente ermöglicht wird,  
sowie ein Verfahren zur Inspektion und/oder Reinigung  
10 des Inneren einer derartigen Komponente.

Moderne Hochtemperaturgasturbinen erfordern zur  
Erzielung eines hohen Wirkungsgrades ein ausgeklügeltes  
Kühlsystem, insbesondere zur Kühlung der hochbelasteten  
15 Turbinenschaufeln. Die Turbinenschaufeln weisen hierfür  
einen oder mehrere als Hohlraum ausgebildete Kammern  
und/oder Kanäle auf, über die den Schaufeln von der  
Seite des Rotors ein Kühlmedium zugeführt werden kann.  
Im Anströmbereich der Turbinenschaufeln an deren  
20 Vorderkante sind hierbei in der Regel zahlreiche  
Kühlluftbohrungen vorgesehen, durch die das Kühlmedium  
vom Inneren der Schaufel nach außen treten kann. Auf  
der Oberfläche bildet sich in diesem Bereich ein  
Kühlluftfilm, der die Turbinenschaufel vor einer zu  
25 starken Erwärmung schützt. In gleicher Weise sind auch  
entsprechende Kühlluftbohrungen an der Hinterkante der  
Turbinenschaufel vorhanden.

Ein Problem stellt bei derartigen hohlen  
30 Komponenten, wie beispielsweise Turbinenschaufeln oder

10002141.120501

- 2 -

Brennkammerelementen, die häufig aus einem Stück gegossen werden, die schlechte Zugänglichkeit des Inneren dieser Komponenten dar. Sie lassen sich daher in der Regel nur schlecht beispielsweise auf innere Beschädigungen wie Risse oder Schmutzablagerungen inspizieren.

#### Stand der Technik

Zur Vermeidung dieser Problematik ist es beispielsweise aus der DE 198 01 804 A1 bekannt, zusätzlich zu den in jedem Falle erforderlichen Kühlluftbohrungen eine oder mehrere Inspektionszugangsöffnungen in die äußere Wand der Turbinenschaufel einzubringen, durch die hindurch das Schaufelinnere mit einem entsprechenden Inspektionswerkzeug untersucht werden kann. Eine derartige Inspektionsöffnung bzw. Inspektionszugangsöffnung ermöglicht auch die Inspektion einer bereits eingebauten Turbinenschaufel sowie die Reinigung des Inneren der Turbinenschaufel von Schmutzablagerungen, die zur Verstopfung der sehr engen Kühlluftbohrungen führen können. Die genannte Druckschrift sieht hierfür die Einführung eines speziellen Reinigungswerkzeuges durch die Inspektionszugangsöffnungen vor.

Die Aufgabe der vorliegenden Erfindung besteht darin, eine hohle Komponente einer Strömungsmaschine derart weiterzubilden, dass sowohl die Inspektion als auch eine Verminderung der Gefahr einer Verstopfung der Kühlluftbohrungen in einfacher Weise realisiert werden können.

10002141.120501

### Darstellung der Erfindung

Die Aufgabe wird mit der Komponente gemäß Patentanspruch 1 gelöst. Vorteilhafte Ausgestaltungen der Komponente sind Gegenstand der Unteransprüche.

- 5 Patentanspruch 6 gibt weiterhin ein Verfahren zur Inspektion und/oder Reinigung des Inneren einer gemäß Patentanspruch 1 ausgestalteten Komponente an.

- 10 Die erfindungsgemäße Komponente mit Kühlkanälen für ein Kühlmedium sowie zumindest einer Inspektionsöffnung, durch die hindurch eine Inspektion des Inneren der Komponente ermöglicht wird, zeichnet sich dadurch aus, dass die Inspektionsöffnung derart an der Komponente angeordnet und dimensioniert ist, dass sie
- 15 gleichzeitig eine Staubaustragsöffnung für im Kühlmedium enthaltene Staub- oder Schmutzpartikel bildet.

- 20 Unter einer Staubaustragsöffnung ist hierbei eine Öffnung in der Wand der Komponente zu verstehen, über die im Kühlmedium mitgeführte Partikel aufgrund ihrer Trägheit aus dem Inneren der Komponente austreten. Eine Staubaustragsöffnung muss daher zwangsläufig an einer Umlenkung des das Kühlmedium führenden Kanals oder am
- 25 Ende eines von diesem Kanal an einer entsprechenden Umlenkung abzweigenden Staubkanals angeordnet sein. Derartige Staubaustragsöffnungen werden bei Komponenten von Strömungsmaschinen bereits eingesetzt, um eine Verstopfung der Kühlkanalbohrungen zu verhindern. Ein
- 30 Beispiel für eine Ausgestaltung einer Turbinenschaufel mit einer derartigen Staubaustragsöffnung ist beispielsweise der US 4,820,122 zu entnehmen. Das Innere der Turbinenschaufel weist hierbei serpentin-

1000244-120501

artig verlaufende Kühlluftführungen auf. Die Verzweigung in die einzelnen serpentinenartigen Kanäle erfolgt bereits im Bereich des Eintritts der Kühlluft in die Turbinenschaufel am Rotor. In direkter

5 Verlängerung des Eintrittskanals erstreckt sich radial ein geradliniger Kanal der direkt zu einer Staubaustragsöffnung an der Schaufelspitze führt. Die mit der Kühlluft eintretenden Partikel werden aufgrund der Kühllkraft direkt geradlinig radial zu dieser Staubaustragsöffnung befördert, während annähernd schmutzfreie Kühlluft problemlos in die anderen serpentinenartigen Kanäle eintreten kann. Die Schmutzpartikel werden somit durch diese Staubaustragsöffnung bzw.

10 dieses Staubloch aus den Kühlkanälen ins Freie geführt, so dass die eigentlichen Kühlluftbohrungen nicht von den Schmutzpartikeln verstopft werden können.

15

Die Erfinder der vorliegenden Erfindung haben nun erkannt, dass Inspektionszugangsöffnungen durch

20 geschickte Anordnung die Funktion von Staubaustragsöffnungen erfüllen können bzw. dass Staubaustragsöffnungen durch geeignete Dimensionierung, insbesondere Vergrößerung als Inspektionszugangsöffnungen dienen können. Die Staubaustragsöffnungen werden hierbei von

25 der Größe und der Lage so ausgelegt, dass sowohl der Schmutz günstig ausgetragen als auch eine Öffnung mit ausreichendem Durchmesser gebildet wird, um ein Boroskop durch diese Öffnung einführen zu können.

30 Diese Inspektionsöffnung oder -bohrung, die gleichzeitig eine Staubaustragsöffnung darstellt, wird vorzugsweise bereits beim Gießen der Komponente berücksichtigt und nicht, wie die Kühlluftöffnungen,

1000244 120501

1000244 120501

durch nachträgliches Bohren eingebracht. Bei Laufschaufeln sitzt diese Inspektions- und Staubaustragsöffnung bevorzugt in der Nähe der Schaufelspitze. Um die Schaufeln auch im eingebauten Zustand der Maschine inspizieren zu können, sind diese Inspektions- und Staubaustragsöffnungen annähernd parallel zur Maschinenachse angeordnet, wenn das Inspektionswerkzeug im Heißgaspfad der Gasturbine geführt werden soll. Soll das Inspektionswerkzeug radial in die Maschine geführt werden, so ist eine Position an der Schaufelspitze günstiger, bei der die Inspektions- und Staubaustragsöffnung radial zur Maschinenachse verläuft. Durch die erfindungsgemäße Kombination des Staubaustrages und der Inspektionsfähigkeit mit ein und der selben Öffnung werden unnötige Öffnungen vermieden, die einen unerwünschten Verlust an Kühlmedium und somit einen Verlust an Wirkungsgrad hervorrufen können.

#### Kurze Beschreibung der Zeichnungen

Die Erfindung wird nachfolgend anhand von Ausführungsbeispielen in Verbindung mit den Zeichnungen ohne Beschränkung des allgemeinen Erfindungsgedankens nochmals kurz erläutert. Hierbei zeigen:

- Fig. 1 schematisch einen Schnitt durch eine Turbinenschaufel, die gemäß der vorliegenden Erfindung ausgestaltet ist; und
- Fig. 2 ein weiteres Beispiel für die Ausgestaltung einer Turbinenschaufel im

- 6 -

Querschnitt, die gemäß der vorliegenden Erfindung ausgestaltet ist.

### Wege zur Ausführung der Erfindung

5       Figur 1 zeigt im Querschnitt schematisch eine Turbinenschaufel mit Schaufelfuß 1, Plattform 2 sowie Schaufelblatt 3. In dem Querschnitt ist der Hohlkanal 4 zu erkennen, über den der Turbinenschaufel Kühlluft vom Schaufelfuß 1 her zugeführt wird. An der Schaufelspitze  
10 ist im vorderen Bereich, d. h. im Anströmbereich der Turbinenschaufel eine Staubaustragsöffnung 5 dargestellt, durch die mit dem Kühlmedium mitgeführte Schmutzpartikel aufgrund ihrer Trägheit aus dem Hohlkanal 4 ausgetragen werden. Durch die hohe  
15 Strömungsgeschwindigkeit des Kühlmediums an der bei der Staubaustragsöffnung 5 vorhandenen Umlenkung des Kühlkanals 4 nehmen die Partikel aufgrund ihrer großen Masse den Weg durch die Staubaustragsöffnung 5 und gelangen nicht über die Umlenkung in den weiteren  
20 Verlauf des Kühlkanals, in dem somit relativ staubfreie Kühlluft strömt. Diese Kühlluft strömt an den Pins 6 vorbei und verlässt die Schaufel über Öffnungen an der Hinterkante, beispielsweise über einen Schlitz. Die Staubaustragsöffnung 5 ist erfindungsgemäß im Durch-  
25 messer derart groß ausgebildet, dass die Einführung eines Boroskops durch diese Öffnung 5 in das Innere der Turbinenschaufel ermöglicht wird. Auf diese Weise lässt sich das Innere dieser Komponente auch in eingebautem Zustand jederzeit inspizieren.

30

Figur 2 zeigt schließlich ein weiteres Beispiel, bei der die Staubaustragsöffnung 5 jedoch nicht in radialer, sondern in axialer Richtung verläuft. Auch

100241 12501

- 7 -

bei diesem Beispiel sind wiederum der Schaufelfuß 1, die Plattform 2 sowie das Schaufelblatt 3 im Querschnitt zu erkennen. Der Kühlkanal 4 verläuft in gleicher Weise wie bei Figur 1. Das Staubloch 5, das in diesem Beispiel parallel zur Maschinenachse verläuft, ermöglicht die Inspektion mit einem im Heißgaspfad geführten Inspektionswerkzeug. Der Mechanismus der Staubaustragung ist der gleiche wie der der Figur 1. In diesem Beispiel nehmen die Schmutzpartikel aufgrund ihrer Trägheit und der hohen Geschwindigkeit des umströmenden Kühlmediums den Weg über den zum Staubloch 5 führenden Kanal 7, während das Kühlmedium problemlos an der Verzweigung in Richtung zur Maschinenachse umgelenkt wird und daher relativ staublos an den Stiften bzw. Pins 6 vorbei zu den Kühlluftöffnungen an der Hinterkante der Schaufel geleitet wird. Das Staubloch 5 bzw. der zu diesem führende Kanal 7 sind hierbei wiederum vom Durchmesser her derart ausgestaltet, dass sie die Einführung eines Inspektionswerkzeuges, insbesondere eines Boroskops in das Innere der Turbinenschaufel ermöglichen.

10002141 120501

Bezugszeichenliste

- |   |   |  |
|---|---|--|
|   | 1 | Schaufelfuß                                  |
|   | 2 | Plattform                                    |
| 5 | 3 | Schaufelblatt                                |
|   | 4 | Kühlkanal                                    |
|   | 5 | Staubaustragsöffnung bzw. Inspektionsöffnung |
|   | 6 | Stifte                                       |
|   | 7 | Staubaustragskanal                           |

1000244 120501



Patentansprüche

1. Komponente einer Strömungsmaschine, insbesondere einer Gasturbine, die Kühlkanäle (4) für ein Kühlmedium sowie zumindest eine Inspektionsöffnung (5) aufweist, durch die hindurch eine Inspektion des Inneren der Komponente ermöglicht wird, dadurch gekennzeichnet, dass die Inspektionsöffnung (5) derart angeordnet und dimensioniert ist, dass sie eine Staubaustragsöffnung für im Kühlmedium enthaltene Staub- oder Schmutzpartikel bildet.
2. Komponente nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Inspektionsöffnung (5) derart dimensioniert ist, dass sie die Einführung eines Boroskops ermöglicht.
3. Komponente nach Anspruch 1 oder 2, die als Laufschaufel für eine Turbine ausgebildet ist, wobei die Inspektionsöffnung (5) in der Nähe der Schaufelspitze angeordnet ist.
4. Komponente nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, dass die Inspektionsöffnung (5) annähernd parallel zur Maschinenachse verläuft.
5. Komponente nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet,

T0502141-120501

- 10 -

dass die Inspektionsöffnung (5) an der Schaufel-  
spitze angeordnet ist und in radialer Richtung  
verläuft.

- 5    6.    Verfahren zur Inspektion und/oder Reinigung des  
         Inneren einer gemäß Patentanspruch 1 ausgestal-  
         teten Komponente einer Strömungsmaschine,  
         insbesondere einer Gasturbine,  
         dadurch gekennzeichnet,  
10    dass ein Inspektions- und/oder Reinigungswerkzeug  
         durch die Inspektions- bzw. Staubaustragsöffnung  
         eingeführt und eine Inspektion und/oder Reinigung  
         des Inneren der Komponente mit dem Inspektions-  
         und/oder Reinigungswerkzeug durchgeführt wird.
- 15    7.    Verfahren nach Anspruch 6,  
         dadurch gekennzeichnet,  
         dass ein Boroskop als Inspektionswerkzeug  
         eingesetzt wird.
- 20

10002141.120501

Zusammenfassung

Die vorliegende Erfindung betrifft eine Komponente einer Strömungsmaschine, insbesondere einer Gasturbine, die Kühlkanäle (4) für ein Kühlmedium sowie zumindest  
5 eine Inspektionsöffnung (5) aufweist, durch die hindurch eine Inspektion des Inneren der Komponente ermöglicht wird. Die Komponente zeichnet sich dadurch aus, dass die Inspektionsöffnung (5) derart angeordnet und dimensioniert ist, dass sie gleichzeitig die  
10 Funktion einer Staubaustragsöffnung für im Kühlmedium enthaltene Staub- oder Schmutzpartikel erfüllt.

Durch die Kombination einer Staubaustragsöffnung mit einer Inspektionsöffnung wird eine einfache Inspektionsmöglichkeit geboten, ohne zusätzliche den  
15 Wirkungsgrad beeinflussende Öffnungen in der Komponente vorsehen zu müssen. (Figur 1)

10002141.120501